

14. Термодинамические свойства азота / В. В. Сычев [и др.]. М. : Изд-во стандартов, 1977. 277 с.

15. Зубарев В. Н., Козлов А. Д., Кузнецов В. М. Теплофизические свойства тех-

нически важных газов при высоких температурах и давлениях. Справочник. М. : Энергоатомиздат, 1989. .-232с.

УДК 629.11.013:629.114.2

А.А. Климов, А.В. Стручков\*

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ТРАНСМИССИИ ТРАКТОРА КЛАССА 40 кН

*В работе представлен анализ исследования демпфирующих свойств элементов трансмиссии трактора класса 40 кН, определения коэффициента демпфирования через логарифмический декремент затухания. Качество теоретического анализа динамической нагруженности механизма в основном зависит от точности определения динамических параметров всех кинематических составляющих, в том числе и демпфирующих свойств, определение которых вызывает наибольшую сложность.*

**Ключевые слова:** логарифмический декремент затухания, диссипативные свойства, динамическая нагруженность, трансмиссионные системы, гусеничный трактор.

Для теоретического исследования динамики трансмиссионных систем проводится построение идеализированных динамических и математических моделей. Качество теоретического анализа динамической нагруженности механизма в основном зависит от точности определения динамических параметров всех кинематических составляющих. Наибольшей сложностью при этом является расчет демпфирующих свойств.

Целью настоящей работы является экспериментальное определение демпфирующих свойств трансмиссии трактора класса 40 кН производства Алтайского тракторного завода.

Общеизвестно, что силы сопротивления, ограничивающие развитие колебаний, делят на три группы:

1. Внешнее трение (потери энергии в окружающую среду).

2. Внутреннее трение (потери энергии на перемещение масел, трение в сопряжениях).

3. Конструкционное трение (в основном, потери в материалах).

Расчет демпфирования с учетом всех видов трения является сложной задачей. Наиболее точный метод определения коэффициентов демпфирования – это экспериментальный метод по логарифмическому коэффициенту затухания:

$$\delta = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \ln \frac{A_i}{A_{i+1}}, \quad (1)$$

где  $m$  – количество полных периодов затухающих колебаний (обычно  $m=2\dots3$ );  $A_i$  – амплитуды затухающих колебаний.

Коэффициенты демпфирования связаны с декрементом затухания для  $i$ -го участка кинематической цепи выражением:

$$b_i = \frac{\delta_i \cdot C_i}{\pi \cdot \omega_i}, \quad (2)$$

где  $\omega_c$  – собственная частота колебаний трансмиссионного валопровода;  $C_i$  – величина жесткости на  $i$  – том участке валопровода.

\* - автор, с которым следует вести переписку.

Собственная частота колебаний трансмиссионного валопровода обратно пропорциональна периоду затухающих свободных колебаний:

$$\omega_c = 1/T, \quad (3)$$

где  $T$  – период затухающих свободных колебаний.

С учетом (3) коэффициенты демпфирования можно определить по формуле:

$$b_i = \frac{\delta_i \cdot C_i \cdot T}{\pi}. \quad (4)$$

В работах [1-4] указывается, что с изменением частоты величина логарифмического декремента затухания изменяется незначительно, и предлагается упрощение в том, что на всех участках трансмиссионного валопровода величины этого коэффициента примерно одинаковы.

Принимая это упрощение, можно выделить в формуле (4) постоянную величину для данного валопровода  $T \cdot \delta_i / \pi = B$ , отсюда получаем значение коэффициента демпфирования для любого участка валопровода равным:

$$b_i = C_i \cdot B. \quad (5)$$

Соотношение (5) показывает, что, исследуя процесс затухания свободных колебаний на одном, удобном для эксперимента участке достаточно сложного валопровода, можно определить коэффициенты демпфирования на всех его участках и в результате получить математическую модель трансмиссии, достаточно точно отражающую реальную действительность.

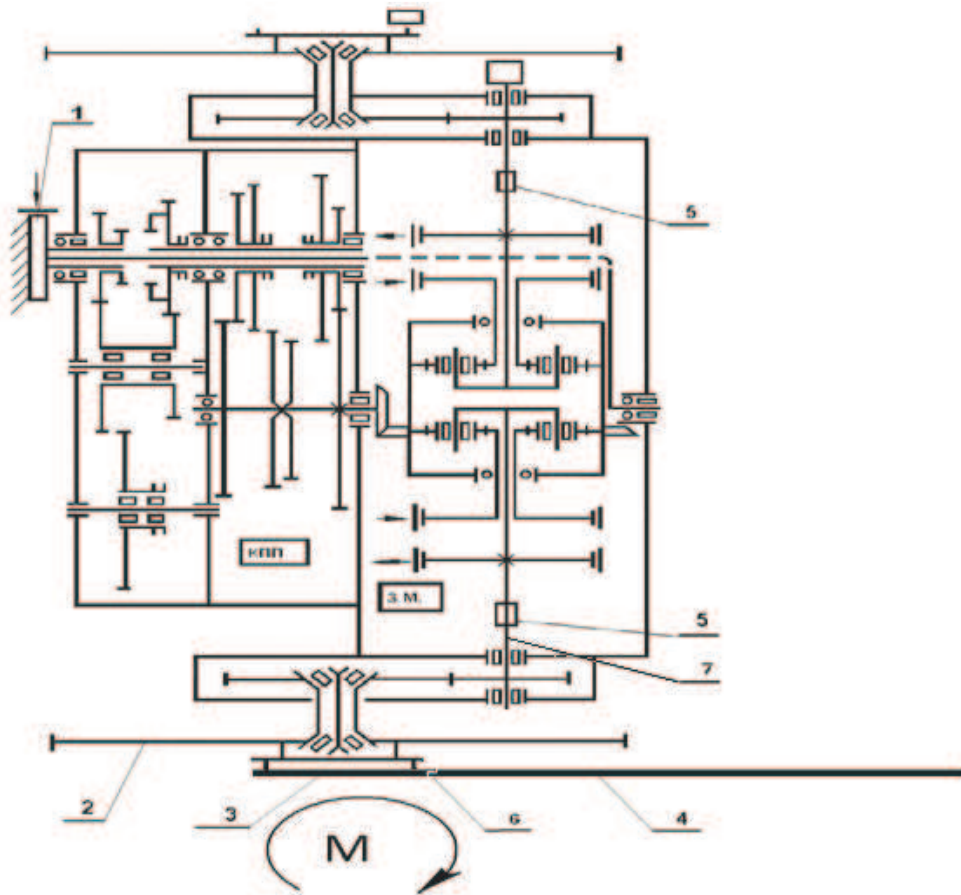


Рис. 1. Схема стенда для исследования диссипативных свойств трансмиссии.

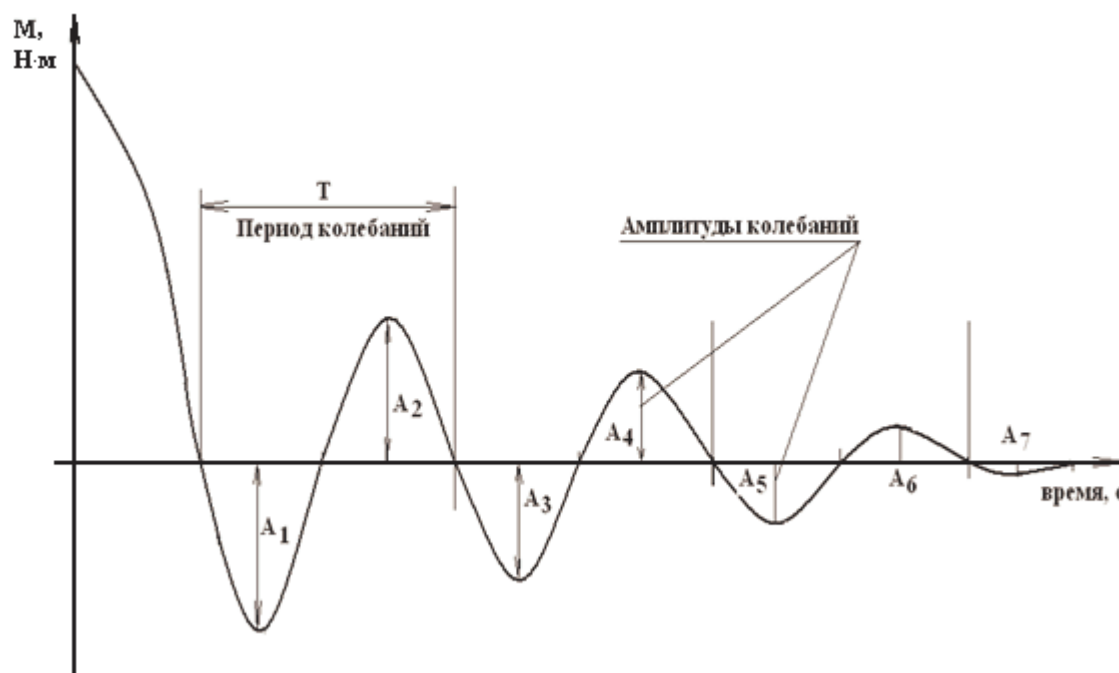


Рис. 2. Кривая затухающих свободных колебаний трансмиссии на полуоси заднего моста трактора Т-4А.

Исследования диссипативных свойств трансмиссии трактора Т-4А проводились нами следующим образом: на исследуемом тракторе снимали гусеницу, жестко фиксировали шкив тормозка 1 (рис. 1) на корпус коробки передач, устанавливали полуось заднего моста 7 с наклеенными тензометрическими датчиками 5 по месту и задавали нагрузку при помощи специального рычага 4 с разрывным элементом 6, закрепленного на ведущей звездочке 2 гусеничного зацепления. При нагрузке 3-5 кН на рычаге длиной 1 м на полуоси разрывное устройство резко снимало нагрузку. При этом валопровод совершал свободные затухающие колебания, которые записывались на полуоси заднего моста.

На рис. 2 приведена кривая затухания свободных колебаний на полуоси заднего моста. Испытания были проведены с трехкратной повторностью на каждой передаче.

В результате проведенных исследований были получены следующие средние по основным рабочим передачам значения логарифмических декрементов затухания:

первая передача – 0,74; вторая передача – 0,81; третья передача – 0,89; четвертая передача – 0,94.

Средний по передачам логарифмический декремент затухания составил 0,845.

Сравнение полученных величин с данными других исследователей показывают достаточно хорошую сходимость результатов. В работе [3] величина логарифмического декремента на валах трансмиссии гусеничного трактора класса 40 кН изменяется по передачам от 0,59 до 1,6.

#### Литература

1. Горбацевич Е. С. К вопросу демпфирования крутильных колебаний в трансмиссии автомобиля // Изв. вузов. Машиностроение. 1967. № 2. С. 98 – 102.
2. Писаренко Г. С., Матвеев В. В., Яковлев А. П. Методы определения характеристик демпфирования колебаний упругих систем. Киев : Наукова думка, 1970. 102 с.

3. Свитачев А. И. Динамика трансмиссий гусеничных тракторов с учетом навесного оборудования. Красноярск, 2005.

4. Цитович И. С., Альгин В. Б. Динамика автомобиля. Минск : Наука и техника, 1981. С. 149 – 170.

5. Калинин В. В. Влияние энергонасыщенности на нагруженность механиче-

ской и уровня гидромеханической трансмиссий сельскохозяйственного трактора класса 40 кН на пахоте : дис. ... канд. техн. наук. Омск, 1975. 212 с.

6. Болгов А. Т. Динамическая нагруженность узлов трактора // Тр. АПИ. Барнаул, 1973. Вып. 7. С. 86 – 107.